

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. September 2005 (01.09.2005)

PCT

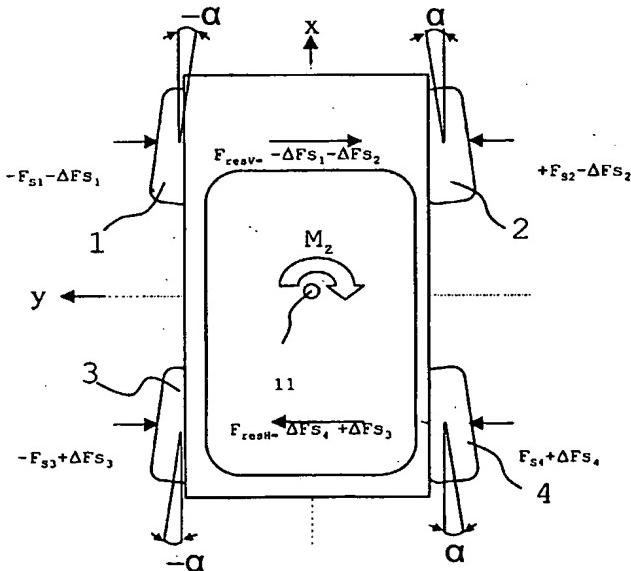
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/080102 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B60G 17/015** (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse 225, 70567 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/011313
- (22) Internationales Anmeldeatum: 9. Oktober 2004 (09.10.2004) (72) Erfinder; und
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): AMMON, Dieter [DE/DE]; Hohenheimer Strasse 96, 71686 Remseck (DE). KNÖPPEL, Carsten [DE/DE]; Bergstaffelstrasse 19, 70329 Stuttgart (DE). RAU, Magnus [DE/DE]; Alleenstrasse 23, 73240 Wendlingen (DE). SUISSA, Avshalom [IL/DE]; Simmozheimer Strasse 15, 75382 Althengstett (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2004 007 549.2 17. Februar 2004 (17.02.2004) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN ACTIVE CHASSIS SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES AKTIVEN FAHRWERKSYSTEMS



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an active chassis system. According to said method, wheels (1-4) of at least one axle are oriented at a toe-in angle and adjusting elements (9), which co-operate with support assemblies (6) that are positioned between the wheels (1-4) and the vehicle body (5), control the vertical forces (F_{11} - F_{14}) for the wheels (1-4), said forces having values that can be varied by means of the control of the adjusting elements (9). This generates a lateral force (F_{resv} , F_{resH}) on the wheels at a toe-in angle, producing a resultant yawing moment (M_z). According to the invention, a nominal yaw rate is determined in a control unit (12), based on information from a unit that is located in the vehicle and that determines the course of the carriageway and the vertical forces of the wheels are adjusted based on the nominal yawing rate. The invention can be used in motor vehicles, in particular passenger vehicles.

Achse mit einem Vorspurwinkel angeordnet sind und Stellelementen (9), die mit zwischen den Rädern (1-4) und einem Fahrzeugaufbau (5) angeordneten Abstützagggregaten (6) zusammen wirken, wobei Radaufstands Kräfte (F_{11} - F_{14}) der Räder (1-4) durch Ansteuerung der Stellelementen (9) unterschiedliche Werte annehmen und dadurch an den einen Vorspurwinkel aufweisenden Rädern eine Seitenkraft (F_{resv} , F_{resH}) erzeugt und ein resultierendes Giermoment (M_z)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/080102 A1



- (74) Anwälte: **KOLB, Georg usw.**; DaimlerChrysler AG, Intellectual Property Management, IPM - C106, 70546 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

DaimlerChrysler AG

Verfahren zum Betrieb eines aktiven Fahrwerksystems

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines aktiven Fahrwerksystems.

Aus der Patentschrift DE 38 44 803 C1 ist ein aktives Fahrwerksystem bekannt, über dessen Abstützaggregate eine gezielte Änderung der Abstützkräfte eingestellt werden kann. Beim Auftreten von Abweichungen der Wank- und Nickwinkel zu den jeweiligen Sollwerten werden Änderungen der Abstützkräfte und damit verbundene Radaufstandskräfte aktiv verändert. Weiter besteht mit Hilfe der Abstützaggregate die Möglichkeit, Radbewegungen, welche die Bodenhaftung der Räder beeinträchtigen, selektiv an einzelnen Radaufhängungen entgegen zu wirken.

Aus der Offenlegungsschrift DE 37 05 520 A1 ist eine Regelungseinrichtung zur Beeinflussung der Radaufstandskräfte eines Fahrzeuges bekannt, die eine Abweichung des Fahrzeuges von dem durch einen Lenkradeinschlag vorgegebenen Kurs selbsttätig vermindert.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, eine Fahrtrichtungsänderung über die aktive Veränderung der Radaufstandskräfte des Fahrzeuges in weiteren Fahrsituationen zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß aus den Informationen einer im Fahrzeug angeordneten Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs in einem Steuergerät eine Sollgierrate ermittelt wird und die Radaufstands Kräfte in Abhängigkeit der Sollgierrate eingestellt werden. Der Zusammenhang zwischen der Sollgierrate, d.h. einer Sollgiergeschwindigkeit und den Radaufstands Kräften wird durch eine Kennlinie oder ein Berechnungsmodell beschrieben. Die Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs erfasst beispielsweise den Straßenverlauf, Straßenmarkierungen, Randpfosten, Hindernisse oder andere Verkehrsteilnehmer. Diese Informationen dienen als Grundlage zur Berechnung einer Sollgierrate. Die Einrichtung zur Bestimmung des Straßenverlaufs ist beispielsweise als optische Kamera zur Umwelterkennung oder als Radargerät ausführbar. Die Berechnung der Sollgierrate erfolgt vorzugsweise in einem Steuergerät, das mit den Abstütz aggregaten zusammenwirkende Stellelemente ansteuert. Gleichfalls kann dieses Steuergerät auch mit anderen Steuergeräten, beispielsweise einem Steuergerät für ein elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP), zusammengefasst werden. Über die Ansteuerung der Stellelemente werden ungleichen Aufstands Kräften an den Rädern einer Achse eingestellt, wobei sich an den Rädern auch ungleiche Seiten Kräfte einstellen. Damit greift an der Achse eine resultierende Seitenkraft an, wodurch ein am Schwerpunkt des Fahrzeuges angreifendes Giermoment aufgebaut wird. In vorteilhafter Weise wird über dieses Verfahren ohne Zutun eines Fahrers die Fahrtrichtung des Fahrzeugs geändert, wobei am Lenkrad keine störenden Reaktionsmomente auftreten.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Berechnung der Sollgierrate in Abhängigkeit einer Fahrgeschwindigkeit und/oder einer Giergeschwindigkeit. Zur Bestimmung der Sollgierrate werden neben den Informationen aus der Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs Informationen über den aktuellen Fahrzustand, der über die Fahrgeschwindigkeit, die Giergeschwindigkeit und den

Lenkradwinkel beschrieben ist, benötigt. Diese Informationen stehen dem Steuergerät in vorteilhafter Weise über Datenbus zu Verfügung. Bei Abweichung der Fahrzeuges von einer Sollspur infolge Störeinflüssen hängt die über die Stellelemente einzustellende Sollgierrate von der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges ab. Gleichermaßen ist für eine Korrektur der Fahrtrichtung von der vom Fahrer über ein Lenkrad vorgegebene Wunschfahrtrichtung der Lenkradwinkel erforderlich. Die Informationen über den aktuellen Fahrzustand ermöglichen eine sichere und komfortable Beeinflussung der Fahrtrichtung des Fahrzeuges.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird aus den Informationen der Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs eine Sollfahrspur errechnet. Das Kraftfahrzeug wird über Ansteuerung der Stellelemente der Sollfahrspur nachgeführt. Die Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs erfasst Umweltinformationen wie Seiten- oder Mittelstreifen, Fahrspurbegrenzungen wie Leitplanken oder Straßenpfosten. Aus dem Fahrbahnverlauf wird eine virtuelle Sollfahrspur bestimmt, das Fahrzeug wird über Veränderung der Radaufstandskräfte durch Ansteuerung der Stellelemente dieser Sollspur nachgeführt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung erkennt die Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs eine Abweichung der Fahrzeugfahrtrichtung von der vom Fahrer vorgegebenen Fahrtrichtung, die über eine Ansteuerung der Stellelemente kompensiert wird. Diese Abweichungen können vielfältige Ursachen wie Seitenwind, Fahrbahnquerneigung oder Spurrillen haben. Alternativ oder in Ergänzung zur Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs ist auch über Auswertung von Raddrehzahldifferenzen, Lenkwinkel und/oder Lenkmoment eine Abweichung der Fahrzeugfahrtrichtung von der vom Fahrer vorgegebenen Fahrtrichtung erkennbar. Die Abweichungen werden in vorteilhafter Weise über Veränderung

der Radaufstandskräfte kompensiert, ohne dass der Fahrer eine störende Rückmeldung am Lenkrad spürt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird über die Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs ein Hindernis erkannt, das durch Ansteuerung der Stellelemente umfahren wird. Sobald die Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs ein Hindernis erkennt, wird eine Sollgierrate errechnet. In Abhängigkeit der Sollgierrate werden die Stellelemente angesteuert und ein Hindernis wird umfahren. Die erforderlichen Daten wie Abstand und Abmaße des Hindernisses, die zur Berechnung der Sollgierrate erforderlich sind, kann ein beispielsweise eine Radareinrichtung oder eine optische Kamera liefern.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung werden bei einer über die Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs erkannten Geradeausfahrt und einem permanent anstehenden Lenkmoment die Stellelemente so angesteuert, dass das Lenkmoment unter Beibehaltung der Fahrzeugfahrtrichtung verkleinert wird. Mit diesem Verfahren ist es möglich, bestimmte Fertigungstoleranzen oder auch geringfügige Veränderungen der Achsgeometrie infolge Beschädigungen über Veränderung der Radaufstandskräfte derart auszugleichen, dass das Lenkmoment bei Geradeausfahrt reduziert bzw. bestenfalls Null beträgt. Das die Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs und eine Lenkmomentmessvorrichtung umfassende System erkennt, dass bei Geradeausfahrt ein permanent anstehendes Lenkmoment ansteht. Durch eine entsprechende Veränderung der Radaufstandskräfte wird dieses Lenkmoment idealerweise zu Null, so dass ein lenkmomentfreier Geradeauslauf des Fahrzeuges erzielt wird. Die Geradeausfahrt kann alternativ auch über ein satelliten-gestütztes Ortungssystem wie GPS (Global Positioning System) erkannt werden.

In Ergänzung oder als einfache Alternative zur Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs kann auch über eine Lenkmomentmessvorrichtung und/oder einen Lenkwinkelsensor der

Fahrer von einem permanent anstehenden Lenkmoment entlastet werden. Beispielsweise ist aufgrund einer Auswertung des Lenkmomentes über einen längeren Zeitraum erkennbar, dass der Fahrer bei Geradeausfahrt ständig ein Lenkmoment aufbringen muss. Über Veränderung der Radaufstandskräfte wird dieses Lenkmoment reduziert oder eliminiert. Ein zusätzlicher Lenkwinkelsensor ermöglicht eine leichtere Erkennung der Geradeausfahrt. In Verbindung mit einer Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs sind Signale des Lenkwinkelsensors auch zur Plausibilisierung der Fahrtrichtung nutzbar.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung werden die Radaufstandskräfte (F_{11} - F_{14}) über Stellelemente, die die Vorspannung einer Schraubenfeder oder einer Luftfeder oder einer Hydrofeder verändern, eingestellt. Über die Variation der Federvorspannung sind die Radaufstandskräfte einstellbar.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung werden die Radaufstandskräfte (F_{11} - F_{14}) über Stellelemente, die die Vorspannung eines Stabilisators verändern, eingestellt. Das System nutzt den bereits vorhandenen Stabilisator und ist damit kostengünstig darzustellen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird der Vorspurwinkel und der damit verbundene Schräglaufwinkel α an einer Vorderachse und/oder an einer Hinterachse nach Bedarf über ein Verstellelement verändert. Die Höhe des durch Änderung der Radaufstandskräfte erzeugbaren Giermomentes ist von den eingestellten Vorspurwinkeln abhängig. Da ein dauerhaft eingestellter großer Vorspurwinkel einen hohen Reifenverschleiß und Kraftstoffverbrauch verursacht, wird ein Verstellelement vorgesehen, das den Vorspurwinkel nur bei Bedarf vergrößert. Dieses Verstellelement ist beispielsweise in Spurstangen der Vorder- und/oder Hinterachse angeordnet. Damit wird in vorteilhafter Weise die Höhe des zur Fahrtrichtungskorrektur erforderlichen Giermoments erhöht.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird eine Sollgierrate anstelle der Bestimmung aus Informationen der Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs aus mindestens einem der sensierten Werte wie Raddrehzahldifferenzen, Lenkradwinkel und/oder Lenkmoment bestimmt wird. Eine Seitenwindstörung oder eine quergeneigte Fahrbahn ist über eine sich einstellende Raddrehzahldifferenz bei unverändertem Lenkwinkel erkennbar. Aus einer modellbasierten Berechnung oder einem Kennfeld wird eine für eine Kompensation der Abweichung des Fahrzeuges von einer Wunschfahrtrichtung, beispielsweise aufgrund einer Seitenwindböe, erforderliche Sollgierrate bestimmt. In Abhängigkeit der Sollgierrate werden die Radaufstands Kräfte durch Ansteuerung der Stellelemente verändert. Die Berücksichtigung des Lenkmomentes ermöglicht eine Berücksichtigung der Fahrereingriffe und vermeidet eine Überkompensation von Störungen.

Weitere Merkmale und Merkmalskombinationen ergeben sich aus der Beschreibung sowie den Zeichnungen. Konkrete Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 Darstellung eines Fahrzeugmodells mit einem aktiv ansteuerbaren Feder-Dämpfersystem,

Fig. 2 eine Fahrzeugdraufsicht mit Darstellung von Seitenkräften,

Fig. 3 qualitative Darstellung des Zusammenhangs zwischen Seitenkraft und Schräglaufwinkel bei vorgegebener Radaufstandskraft und

Fig. 4 Darstellung erforderlicher Größen für eine Spurhaltungserkennung.

Gleiche Bauteile und physikalischen Größen sind in den Figuren 1-4 mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

In Fig. 1 ist schematisch ein Kraftfahrzeug gezeigt, das über ein aktives Fahrwerksystem verfügt. Die Verbindung zwischen den Rädern 1,2,3,4 zum Fahrzeugaufbau 5 ist jeweils über ein aktiv ansteuerbares Abstützaggregate 6, das als Feder-Dämpfersystem ausgeführt ist, hergestellt. Das Feder-Dämpfersystem 6 weist eine Feder 8, die beispielsweise als Stahl- oder Luftfeder ausgeführt ist, einen Dämpfer 7 und ein hydraulisch ansteuerbares Stellelement 9 auf. Das Feder-Dämpfersystem 6 ist zwischen Fahrzeugaufbau 5 und einem gegenüber dem Aufbau 5 beweglichen Teil wie beispielsweise einem Radträger oder einem Lenker angeordnet. Der Dämpfer 7 ist einer Hintereinanderschaltung von Feder 8 und Stellelement 9 parallel geschaltet. Über eine Ansteuerung des Stellelements 9 ist die Kraft der Feder 8 veränderbar. Als hydraulische Druckquelle dient eine nicht dargestellte, vom Fahrzeugmotor angetriebene Pumpe. Die Druckansteuerung der Stellelemente 9 erfolgt über eine Ventileinheit, die wiederum mit einem Steuergerät 12 verbunden ist. Des weiteren ist das Steuergerät 12 mit Weggebern verbunden, welche die jeweilige Hubstellung der Räder 1,2,3,4 zum Fahrzeugaufbau 5 wiedergeben.

Aufgrund der Schwerkraft S des Fahrzeugaufbaus wirkt an jedem Rad 1,2,3,4 eine Radaufstandskraft F_{11_0} , F_{12_0} , F_{13_0} , F_{14_0} . Die Radaufstandskräfte F_{11_0} - F_{14_0} werden durch Ansteuerung der Stellelemente 9 auf einen Wert F_{11_0} - F_{14_0} vergrößert oder verkleinert.

Die Räder 1-4 des in Fig. 2 dargestellten Fahrzeuges weisen einen positiven Vorspurwinkel auf. Sind die Radaufstandskräfte F_{11_0} - F_{14_0} der Räder 1-4 einer Achse gleich groß, so sind die erzeugten Seitenkräfte F_{sv} , F_{sh} infolge der sich einstellenden Schräglauftwinkel α an den Rädern 1-4 einer

Achse gleich groß. Damit ist die resultierende Seitenkraft Null und das Fahrzeug fährt geradeaus.

Das aktive Fahrwerksystem bietet nun die Möglichkeit unterschiedliche Radaufstandkräfte F_{11} - F_{14} einzustellen. In vorteilhafter Weise sind die Radaufstandkräfte F_{11} - F_{14} so einstellbar, dass auf das Fahrzeug ein Giermoment M_z wirkt. Um den Komfort des Fahrers nicht zu mindern, sind die Radaufstandkräfte F_{11} - F_{14} derart veränderbar, dass sich der Fahrzeugaufbau 5 nicht bewegt.

Die idealisierte Schwerpunktslage S befindet sich in dem in Fig. 2 dargestellten Fahrzeug mittig zwischen Vorder- und Hinterachse sowie mittig zwischen den linken Rädern 1,3 und rechten Rädern 2,4. Die idealisierte Schwerpunktslage ist der Funktionsbeschreibung des Verfahrens zugrunde gelegt, das Verfahren kann selbstverständlich auch bei jeder anderen, beliebigen Schwerpunktslage angewendet werden. Dabei wird beispielsweise die Aufstandskraft F_{11_0} am Rad 1 und die Aufstandskraft F_{14_0} am Rad 4 um einen vorbestimmbaren Betrag ΔF erhöht und die Aufstandskraft F_{13_0} des Rades 3 und die Aufstandskraft F_{12_0} Rades 2 gleichzeitig um den gleichen Betrag ΔF erniedrigt.

Die wirksamen Radaufstandkräfte F_{11} - F_{14} in Fig. 1 sind dann:

$$F_{11} = F_{11_0} + \Delta F$$

$$F_{12} = F_{12_0} - \Delta F$$

$$F_{13} = F_{13_0} - \Delta F$$

$$F_{14} = F_{14_0} + \Delta F$$

Durch diese unterschiedlichen Radaufstandskräfte F_{11} - F_{14} führt das Fahrzeug bei einer Bewegung des Fahrzeuges in Fahrtrichtung 10 infolge einer Seitenkraftänderung eine Gier- und Querbewegung aus.

Infolge eines fest eingestellten Vorspurwinkels und der Bewegung des Fahrzeuges in Fahrtrichtung 10 weist jedes Rad einen Schräglauwinkel α auf, der in Abhängigkeit der jeweiligen Radaufstandskraft F_{11} - F_{14} eine am Rad 1-4

angreifende Seitenkraft F_s bestimmt, siehe Fig. 3. Dabei weisen in Fahrtrichtung 10 gesehen die rechten Räder 2,4 einen positiven und die linken Räder 1,3 einen negativen Schräglauwinkel α auf. In dem Diagramm in Fig. 3 sind qualitativ für verschiedene Radaufstandkräfte d.h. für 5000N, 6000N, 7000N die an einem Rad angreifenden Seitenkräfte F_s in Abhängigkeit des Schräglauwinkels α aufgetragen. Es handelt sich hierbei um eine qualitative Darstellung, die zur Erklärung des Verfahrens dient. Aus der Darstellung ist ersichtlich, dass bei gleich großen Radaufstandkräften $F_{11}-F_{14}$ aufgrund des symmetrischen Verlaufs der Kurve die Summe der an einer Achse angreifenden Seitenkräfte F_s Null ist. Beispielsweise ist bei einer Radaufstandskraft F_{11}, F_{12} von jeweils 6000N an den Rädern 1,2 der Vorderachse die Seitenkraft F_{s1} am linken Rad 1 bei einem Schräglauwinkel $-\alpha$ betragsmäßig gleich groß wie F_{s2} am rechten Rad 2 mit dem Schräglauwinkel α , wobei die Kraftrichtungen entgegengesetzt sind. Für diesen Fall gilt für die resultierende Kraft F_{resv} an der Vorderachse

$$F_{resv} = -F_{s1} + F_{s2} = 0.$$

Gemäß vorangehender Gleichungen werden die Kräfte an dem System so abgestimmt, dass an den Rädern 1,2,3,4 bei Bewegung des Fahrzeugs in Fahrtrichtung 10 Seitenkräfte angreifen aus denen ein Giermoment M_z resultiert. Die im folgenden erklärte, beispielhafte Veränderung der Radaufstandkräfte $F_{11}-F_{14}$ erzeugt ein rechts drehendes Giermoment M_z . An der Vorderachse wird gemäß Fig. 1 und Fig. 3 die Radaufstandskraft F_{11_0} des linken Rades 1 um einen Wert $\Delta F=1000N$ von 6000N auf 7000N erhöht, wodurch wie in Fig. 2 und Fig. 3 dargestellt die Seitenkraft F_{s1} betragsmäßig um den Wert ΔF_{s1} ansteigt. Am rechten Rad 2 wird die Radaufstandskraft F_{12_0} um den gleichen Betrag ΔF von 6000N auf 5000N erniedrigt, so dass die Seitenkraft F_{s2} um den Wert ΔF_{s2} absinkt. An der Vorderachse wirkt damit gemäß Fig. 2

eine entgegen der Richtung der y-Achse gerichtete resultierende Seitenkraft

$$F_{resv} = -F_{s1}-\Delta F_{s1} + F_{s2}-\Delta F_{s2}, \text{ wobei mit } F_{s1}= F_{s2}$$

$$F_{resv} = -\Delta F_{s1}-\Delta F_{s2}.$$

Gemäß obigen Gleichungen ist an der Hinterachse die Radaufstandskraft F_{13_0} des linken Rades 3 um den Wert $\Delta F=1000N$ erniedrigt und die Radaufstandskraft F_{14_0} des rechten Rades ist um den Wert $\Delta F=1000N$ erhöht. Entsprechend einem zu Fig.3 analogen, den Radaufstandskräften F_{13_0} und F_{14_0} zugehörigen Schräglaufwinkel-Seitenkraft Diagramm sinkt nun betragsmäßig die Seitenkraft F_{s3} am linken Rad 3 um den Wert ΔF_{s3} , am rechten Rad 4 steigt die Seitenkraft F_{s4} um den Wert ΔF_{s4} , die resultierende Seitenkraft an der Hinterachse ergibt sich dann zu

$$F_{resH} = -F_{s3}+\Delta F_{s3} + F_{s4}+\Delta F_{s4}, \text{ wobei mit } F_{s3}= F_{s4}$$

$$F_{resH} = \Delta F_{s3}+\Delta F_{s4}.$$

Damit wirkt an der Hinterachse eine resultierende Seitenkraft $F_{resH} = \Delta F_{s3}+\Delta F_{s4}$, die entgegen der Kraft an der Vorderachse wirkt. Im Falle einer gleichen Achslast an der Vorder- und Hinterachse weisen die Seitenkräfte F_{resv} und F_{resH} einen gleich großen Wert auf.

Die Seitenkräfte F_{resv} und F_{resH} erzeugen ein rechtsdrehendes Giermoment M_z . Um ein linksdrehendes Giermoment aufzubauen, erfolgt an dem vorderen rechten und hinteren linken Rad 2,3 eine Erhöhung und an dem vorderen linken und hinteren rechten Rad 1,4 eine Verringerung der Radaufstandskräfte $F_{11}-F_{14}$. Das Giermoment M_z ist zur Beeinflussung der Fahrtrichtung des Fahrzeugs nutzbar. Über das Giermoment wird das Fahrzeug zu einer Quer- und Gierbewegung veranlasst. Diese Fahrzeugquerbewegung kann nun dazu verwendet werden, das Fahrzeug beispielsweise auf einer Fahrspur zu halten, ohne dass eine Lenkbewegung des Fahrers notwendig ist. Für die Spurhaltung notwendigen Informationen werden über eine Umwelterkennung,

d.h. einer Einrichtung zur Erkennung des Fahrbahnverlaufs wie beispielsweise einer optischen Kamera, erfasst. Über die optische Kamera werden über Helligkeitsunterschiede Randspuren einer Fahrbahn erkannt. Zur Erkennung der Spur sind neben den gemäß Fig. 4 auch Informationen über den aktuellen Fahrzustand wie Fahrgeschwindigkeit, Giergeschwindigkeit und Lenkradwinkel erforderlich, die zusammen mit den Bildinformationen in einer Spurhaltungserkennung zusammengeführt werden. Die Spurhaltungserkennung liefert an einen Spurhaltungsregler folgende Informationen:

- Abstand s Fahrzeugschwerpunkt 11 zur Fahrbahnmittellinie
- einen Gierwinkel ψ , der durch den Winkel zwischen Fahrzeuglängsachse und Tangente zur Fahrbahn bestimmt ist und
- die Fahrbahnkrümmung k , d.h. eine Änderungsgeschwindigkeit des Kurvenwinkels α mit der Bogelänge b .

Diese Informationen werden von dem Spurhaltungsregler zur Bestimmung einer Sollgierrate verwendet, die für eine Führung des Fahrzeugs beispielsweise entlang einer Fahrbahnmittellinie erforderlich ist.

Anhand der bestimmten Sollgierrate werden zugehörigen Radaufstands Kräfte F_{11} - F_{14} bestimmt, die über die Stellelemente 9 eingestellt werden. Die Radaufstandskräfte F_{11} - F_{14} können beispielsweise anhand von Kennlinien, modellbasierten Berechnungen oder über einen Giergeschwindigkeitsregler bestimmt werden.

Spurhaltungserkennung, Spurhaltungsregler sowie die Ansteuerungsvorrichtung für die Stellelemente sind vorzugsweise in einem Steuergerät angeordnet.

Mit diesem Verfahren kann ein Fahrzeug entlang einer Sollspur wie beispielsweise der Fahrbahnmitte geführt werden.

Gleichermaßen kann die optische Kamera auch Hindernisse in der Sollspur erkennen, so dass zur Umfahrung des Hindernisses ein Spurwechsel durch Veränderung der Radaufstandkräfte F_{11} - F_{14} eingeleitet werden kann. Die Änderung der Fahrtrichtung erfolgt in vorteilhafter Weise so, dass ein Fahrer am Lenkrad keine störenden Reaktionsmomente spürt.

Die Sollspur kann auch als der vom Fahrer eingestellte Fahrtrichtungswunsch definiert werden. Über den Lenkradwinkel und/oder das Lenkradmoment ist der Fahrtrichtungswunsch vom Fahrer definiert. Eine Abweichung infolge eines Störeinfusses wie beispielsweise Seitenwind oder eine Fahrbahnunebenheit von der Wunschfahrtrichtung wird über die optische Kamera erkannt und in der Spurhaltungserkennung aufbereitet. Wie vorab beschrieben werden die aufbereiteten Daten an den Spurhaltungsregler, der eine Sollgierrate bestimmt, übermittelt. In Ergänzung kann ein Abgleich mit einer aus Raddifferenzdrehzahlen und Lenkradwinkel bestimmmbaren Sollgierrate erfolgen. Die berechnete Sollgierrate ist erforderlich, um das Fahrzeug auf der über den Fahrtrichtungswunsch definierten virtuellen Sollspur zu halten. Aus der Sollgierrate bestimmen sich wiederum die an den Stellelementen 9 einzustellenden Radaufstandkräfte F_{11} - F_{14} .

In einer modifizierten Ausführungsform wird nur an einer Achse eine Seitenkraft erzeugt. Wenn beispielsweise ein Fahrzeug nur an der Vorderachse eine Vorspur aufweist, so kann über die Änderung der Radaufstandkräfte F_{11} , F_{12} eine Richtungskorrektur des Fahrzeuges vorgenommen werden.

In einer weiteren Ausführung sind bei Tolerierung von Aufbaubewegungen darüber hinaus unsymmetrische Änderungen der Radaufstandkräfte F_{11} - F_{14} , d.h. mit einem ΔF unterschiedlicher Höhe an den Rädern 1,2,3,4 anwendbar. Gleichfalls sind auch gezielte Aufbaubewegungen, die beispielweise einen Fahreindruck bei einer Fahrkorrektur durch Veränderung der Radaufstandkräfte verbessert, realisierbar. Bei außermittigen

Schwerpunktslagen S, die von der in Fig.2 gezeigten abweichen, sind gegebenenfalls Aufbaubewegungen in Kauf zu nehmen, sofern diese nicht durch eine unsymmetrische Veränderung der Radaufstandkräfte ausgeglichen werden können.

In einer weiteren modifizierten, nicht dargestellten Ausführungsform wird eine Vorrichtung vorgesehen, die die Vorspur der Räder 1,2,3,4 bei zur Erreichung der erforderlichen Sollgiermomentes, temporär erhöht. Das maximal erreichbare Giermoment M_z steigt mit zunehmendem Vorspurwinkel an. Um eine mit steigender Vorspur verbundene Erhöhung des Rollwiderstands und Reifenverschleißes zu vermeiden, wird der Vorspurwinkel nur erhöht, wenn diese zum Aufbau eines angeforderten Sollgiermomentes erforderlich ist. Mit dieser Vorrichtung ist an jeder Achse je nach Bedarf ein negativer sowie ein positiver Vorspurwinkel einstellbar.

In einer modifizierten, nicht dargestellten Ausführungsform weist das Fahrzeug Stellelemente 9 in Form von Stellmotoren oder Zylindern auf, mit denen Wankstabilisatoren vorgespannt werden können. Damit lassen sich die Radaufstandskräfte F_{11} - F_{14} derart variieren, dass ein Giermoment M_z aufgebaut wird.

Bezugszeichenliste

- 1 Vorderes linkes Rad
- 2 Vorderes rechtes Rad
- 3 Hinteres linkes Rad
- 4 Hinteres rechtes Rad
- 5 Fahrzeugaufbau
- 6 Feder-Dämpfersystem, Abstützaggregate
- 7 Dämpfer
- 8 Feder
- 9 Stellelement
- 10 Fahrtrichtung
- 11 Schwerpunkt
- 12 Steuergerät

DaimlerChrysler AG

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines aktiven Fahrwerksystems eines Kraftfahrzeugs, bei dem
 - Räder (1-4) mindestens einer Achse mit einem Vorspurwinkel angeordnet sind,
 - mit Stellelementen (9) zusammenwirkende Abstützaggregate (6) zwischen den Rädern (1-4) und einem Fahrzeugaufbau (5) angeordnet sind, wobei Radaufstands Kräfte ($F_{11}-F_{14}$) der Räder (1-4) durch Ansteuerung der Stellelementen (9) unterschiedliche Werte annehmen und dadurch an den einen Vorspurwinkel aufweisenden Rädern (1-4) eine Seitenkraft (F_{resV}, F_{resH}) erzeugt und ein resultierendes Giermoment (M_z) aufgebaut wirddadurch gekennzeichnet, dass
 - aus den Informationen einer im Fahrzeug angeordneten Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs in einem Steuergerät (12) eine Sollgierrate ermittelt wird und die Radaufstands Kräfte in Abhängigkeit der Sollgierrate eingestellt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Berechnung der Sollgierrate in Abhängigkeit einer Fahrgeschwindigkeit und/oder einer Giergeschwindigkeit erfolgt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Berechnung der Sollgierrate in Abhängigkeit eines Lenkradwinkels erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs einen Fahrbahnverlauf erkennt, aus dem eine Sollfahrspur errechnet und das Kraftfahrzeug über Ansteuerung der Stellelemente (6) der Sollspur nachgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass aus den Informationen der Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs eine Abweichung der Fahrzeugfahrtrichtung von der vom Fahrer vorgegebenen Fahrtrichtung erkannt und über eine Ansteuerung der Stellelemente (9) kompensiert wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass über die Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs ein Hindernis erkannt wird, das durch Ansteuerung der Abstützaggregate (6) umfahren wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer über die Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs erkannten Geradeausfahrt und einem permanent anstehenden Lenkmoment die Stellelemente (9) so angesteuert werden, dass das Lenkmoment unter Beibehaltung der Fahrzeugfahrtrichtung verringert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem die Radaufstandskräfte (F_{11} - F_{14}) über Stellelemente (9), die die Vorspannung einer

Schraubenfeder (8) oder einer Luftfeder oder einer Hydrofeder verändern, eingestellt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem die Radaufstandskräfte (F_{11} - F_{14}) über Stellelemente (9), die die Vorspannung eines Stabilisators verändern, eingestellt werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorspurwinkel und der damit verbundene Schräglaufwinkel α an einer Vorderachse und/oder einer Hinterachse über ein Verstellelement nach Bedarf verändert werden kann.
11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Sollgierrate anstelle aus Informationen der Einrichtung zur Bestimmung des Fahrbahnverlaufs aus mindestens einem der sensierten Wert wie Raddrehzahldifferenzen, Lenkradwinkel und/oder Lenkmoment bestimmt wird.

1/2

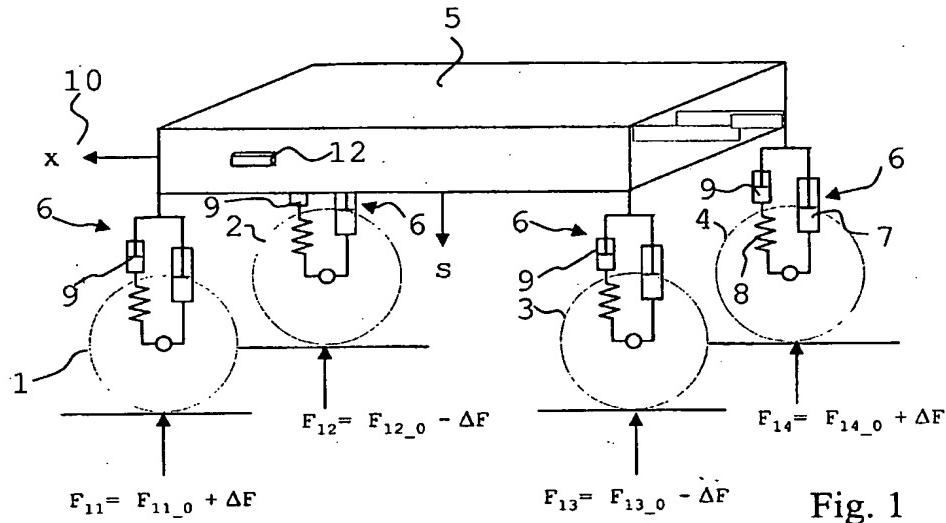


Fig. 1

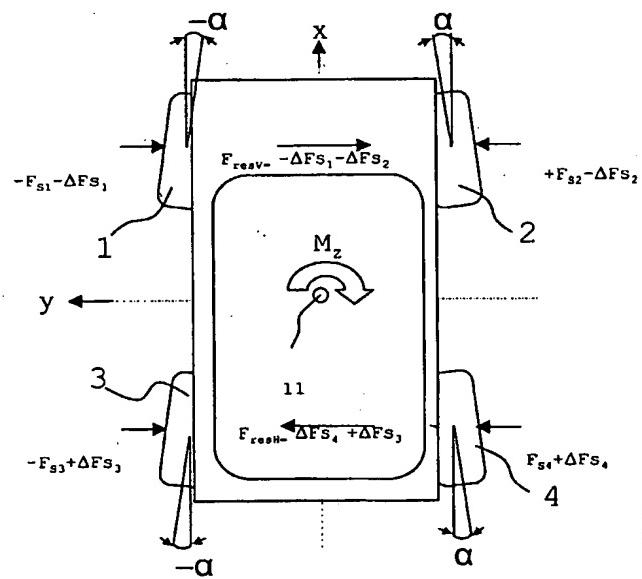


Fig. 2

2/2

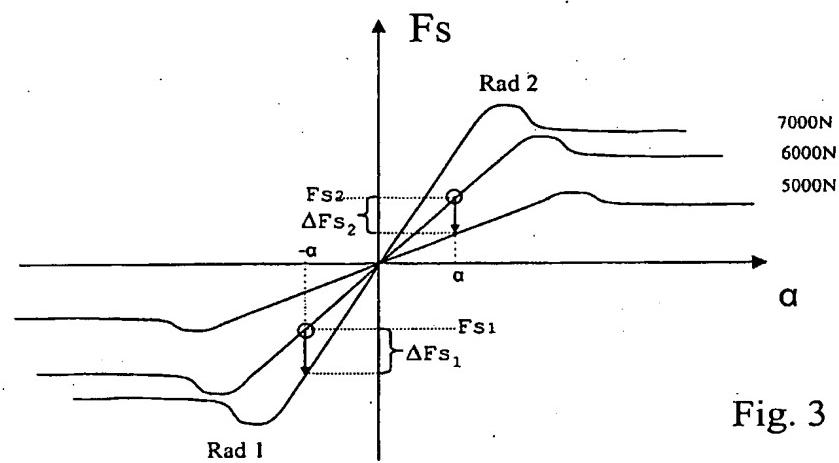


Fig. 3

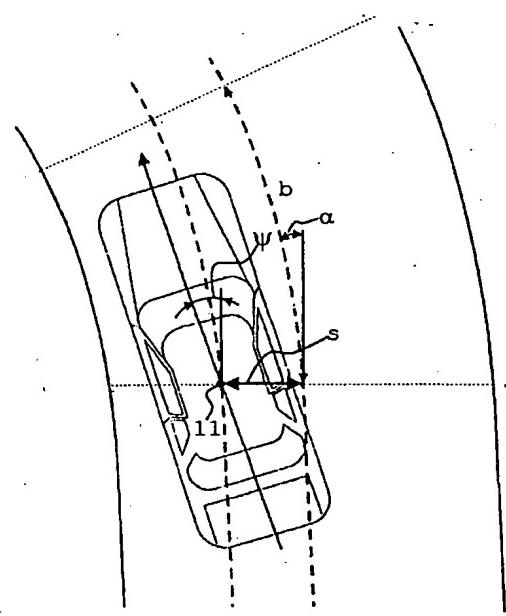


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/011313

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B60G17/015

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102 26 683 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24 December 2003 (2003-12-24) paragraphs '0016! - '0018!, '0020!; claim 7 -----	1,11
A	US 4 974 875 A (YAMAMURA TOMOHIRO ET AL) 4 December 1990 (1990-12-04) the whole document -----	1,11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 04, 30 April 1999 (1999-04-30) & JP 11 011130 A (HONDA MOTOR CO LTD), 19 January 1999 (1999-01-19) abstract ----- -/-	1,11

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *a* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

17 December 2004

30/12/2004

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schultze, Y

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP2004/011313

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 37 05 520 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 1 September 1988 (1988-09-01) cited in the application the whole document	1,11
A	US 2002/147532 A1 (HATTORI YOSHIKAZU ET AL) 10 October 2002 (2002-10-10) the whole document	1,11
A	US 2002/007239 A1 (TAKAHAMA TAKU ET AL) 17 January 2002 (2002-01-17) the whole document	1
A	US 5 029 892 A (MIWA KATSUHIKO) 9 July 1991 (1991-07-09) the whole document	1,11
A	US 2003/111805 A1 (CUBALCHINI JOSEPH ET AL) 19 June 2003 (2003-06-19) abstract; figure 1	1,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/011313

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 10226683	A	24-12-2003	DE WO	10226683 A1 03106235 A1		24-12-2003 24-12-2003
US 4974875	A	04-12-1990	JP JP DE	2179529 A 2528955 B2 3943216 A1		12-07-1990 28-08-1996 12-07-1990
JP 11011130	A	19-01-1999		NONE		
DE 3705520	A	01-09-1988	DE	3705520 A1		01-09-1988
US 2002147532	A1	10-10-2002	JP DE	2002254964 A 10208418 A1		11-09-2002 02-10-2002
US 2002007239	A1	17-01-2002	JP	2001301640 A		31-10-2001
US 5029892	A	09-07-1991	JP JP DE	2262415 A 2262416 A 4010277 A1		25-10-1990 25-10-1990 25-10-1990
US 2003111805	A1	19-06-2003		NONE		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/011313

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B60G17/015

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprästoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B60G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprästoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 102 26 683 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24. Dezember 2003 (2003-12-24) Absätze '0016! - '0018!, '0020!; Anspruch 7	1,11
A	US 4 974 875 A (YAMAMURA TOMOHIRO ET AL) 4. Dezember 1990 (1990-12-04) das ganze Dokument	1,11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1999, Nr. 04, 30. April 1999 (1999-04-30) & JP 11 011130 A (HONDA MOTOR CO LTD), 19. Januar 1999 (1999-01-19) Zusammenfassung	1,11

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* altes Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
17. Dezember 2004	30/12/2004
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Schultze, Y

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2004/011313

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		Betr. Anspruch Nr.
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	
A	DE 37 05 520 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 1. September 1988 (1988-09-01) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1,11
A	US 2002/147532 A1 (HATTORI YOSHIKAZU ET AL) 10. Oktober 2002 (2002-10-10) das ganze Dokument	1,11
A	US 2002/007239 A1 (TAKAHAMA TAKU ET AL) 17. Januar 2002 (2002-01-17) das ganze Dokument	1
A	US 5 029 892 A (MIWA KATSUHIKO) 9. Juli 1991 (1991-07-09) das ganze Dokument	1,11
A	US 2003/111805 A1 (CUBALCHINI JOSEPH ET AL) 19. Juni 2003 (2003-06-19) Zusammenfassung; Abbildung 1	1,11

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/011313

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10226683	A	24-12-2003	DE WO	10226683 A1 03106235 A1		24-12-2003 24-12-2003
US 4974875	A	04-12-1990	JP JP DE	2179529 A 2528955 B2 3943216 A1		12-07-1990 28-08-1996 12-07-1990
JP 11011130	A	19-01-1999		KEINE		
DE 3705520	A	01-09-1988	DE	3705520 A1		01-09-1988
US 2002147532	A1	10-10-2002	JP DE	2002254964 A 10208418 A1		11-09-2002 02-10-2002
US 2002007239	A1	17-01-2002	JP	2001301640 A		31-10-2001
US 5029892	A	09-07-1991	JP JP DE	2262415 A 2262416 A 4010277 A1		25-10-1990 25-10-1990 25-10-1990
US 2003111805	A1	19-06-2003		KEINE		